

现代武器弹药技术手册

HANDBOOK ON WEAPONRY

[德] R. Germershausen 博士 主编

王雨时 李奎武 等译

王尔林 校

兵器工业出版社



现代武器弹药技术手册

[德]R. Germershausen 博士 主编

王雨时 李奎武 等译

王尔林 校

兵器工业出版社

1992·北京

(京)新登字 049 号

内 容 简 介

本书是德国莱茵金属公司(Rheinmetall GmbH)编写出版的《Handbook on Weaponry(武器系统手册)》的中译本,对武器系统作了全面、系统的论述,内容包括:火炸药、内弹道学、外弹道学、中间弹道学、概率理论的应用、观测与瞄准、自动武器、重型身管武器(枪炮)、枪炮射击动力学、枪炮与炮塔(机枪转塔)试验台、弹药、火箭与导弹、引信与火工品、弹道学与兵器试验法。原书是德国莱茵金属公司于1982年根据德文版编译出版的最新版本(英文版)。自30年代以来,该书的德文版已再版过多次。

本书可作为兵器研究、设计、生产、试验、管理和使用部门干部和技术人员的参考书和工具书;本书还可作为:各军兵种广大官兵和民兵的训练教材或普及现代兵器知识的高级读物;普通高等学校学生普及军事技术知识、进行国防教育和军事训练的辅导教材;兵器工业院校兵工专业和军事院校有关专业的教学参考书。

现代武器弹药技术手册

Handbook on Weaponry

[德]R. Germershausen 博士 主编

王雨时 李奎武 等译

王尔林 校

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

沈阳工业学院印刷厂印装

开本:787×1092 1/16 印张:22.75 字数:560千字

1992年8月第1版 1992年8月第1次印刷

印数:1000 定价:25.00元

ISBN 7-80038-682-1/TJ·100

译 者 的 话

现代战争的突出特点是大量使用高新技术武器。这些技术综合程度非常高的兵器如坦克、自行火炮、引信等,集数门科学与技术于一体。这就要求现代兵器的研制、生产、管理及使用人员具有广博而又系统的知识,即除了要谙熟自己所从事的专业技术之外,还要对其它技术领域有一个全面的了解。但长期以来,由于受原苏联体系的影响,我国高校兵工各专业设置过窄过细,培养出来的技术人员各守一业,同处兵工行业却是隔行隔山,对于相邻专业和其它专业都缺乏应有的了解,因而难以造就出总体型人才,严重影响了我国性能先进的武器尤其是武器系统的研制能力和研制速度,这一点已经为实践所证实,并已成为共识。

国内已出版过《导弹概论》、《航空概论》和《铁道概论》……但兵器行业却恰恰缺少一本全面系统地介绍兵器系统基础理论和构造原理的概论类书籍。国外一些较大的兵工企业都出版了一些技术性较强的兵器科学读物。本书就是德国莱茵金属公司编写出版的《Handbook on Weaponry(武器系统手册)》的中译本。我们翻译本书的目的,就是要系统地引入西方现代兵器技术的理论体系,对其全貌有一概略的了解,推动我国兵器科学技术的发展,同时填补国内此类图书的空白。

原书是德国莱茵金属公司(Rheinmetall GmbH)于1982年根据1980年德文第5版译出的最新版本(英文版),著者近20人,都是本领域内的技术专家;原书共分15章,即:火炸药、内弹道学、外弹道学、中间弹道学、概率理论的应用、观测与瞄准、自动武器、重型身管武器(枪炮)、枪炮射击动力学、枪炮与炮塔(机枪转塔)试验台、弹药、火箭、引信与底火(点火具)、弹道与兵器试验法、常用数表。其中第15章常用数表所收录的都是一般工程上所常用的,没有特色,很多工具书上都能查到,故在中文译本中删除了。

本书内容广泛、精练,系统性强,基本上反映了西方兵器技术的发展现状,可作为兵器研究、设计、生产、试验、管理和使用部门干部和技术人员的参考书和工具书;本书还可作为:各军兵种广大官兵和民兵的训练教材或普及现代兵器知识的高级读物;普通高等学校学生普及军事技术知识、进行国防教育和军事训练的辅导教材;兵器工业院校兵工专业和军事院校有关专业的教学参考书。

本书选题由王雨时提出,翻译工作由王尔林、于世杰和王雨时组织。参加翻译工作的有王雨时、李奎武、王连荣、焦志刚、曹纯柱、张德智和吴玉斌。其中前言、第1、3章由王雨时翻译,第2章由吴玉斌翻译,第4、5、11、12章由李奎武翻译,第6、13章由张德智翻译,第7、10、14章由曹纯柱翻译,第8章由王连荣翻译,第9章由焦志刚翻译。全书由王雨时统稿,王尔林审校。于世杰校阅了全部书稿,薛立勤校阅了第6章。

原国防科工委科技委引信专业组成员、原兵器工业部科技委委员、原中国兵工学会弹药学会副主任委员、原中国兵工学会引信学会委员何莹台教授审阅了全部书稿,提出了许多修改意见,并欣然为本书作序。

焦志刚、李奎武为本书的顺利出版付出了辛勤的劳动。沈阳工业学院弹药研究所的许多同志如张健、于晶辉、闫思江、许宝成、马德山、杨永林,对本书的翻译出版提供了不少帮助。

由于译者水平有限,错误或不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

1992年8月

序

《现代武器弹药技术手册》原名为《Handbook on Weaponry(武器系统手册)》，由德国莱茵金属公司出版。这是一本很具特色的参考书和工具书。

该书的主要特点有三：一是涉及的专业面宽，包括火炸药、内弹道学、外弹道学、中间弹道学、概率理论应用、枪炮射击动力学、观测与瞄准、自动武器、重型身管武器(枪炮)、弹药、火箭与导弹、引信与火工品、弹道学与兵器试验法以及枪炮与炮塔(机枪转塔)试验台诸方面的武器系统的基础理论和构造原理。一本书的专业面论述如此众多，在国内兵器科技图书中实属少见。二是专业内容讲述的面也宽，有的还论及其历史沿革。例如第1章火炸药内容包括可爆炸材料、枪炮发射药和火箭推进剂、工业炸药和军用炸药、起爆药、烟火药、燃烧和爆轰理论、火炸药试验方法、炸药装药及其应用如聚能装药、爆炸加速弹丸等；第2章内弹道学除阐述一般枪炮内弹道计算过程所涉及的问题外，还论及了特殊的内弹道结构和火箭内弹道学；第3章外弹道学除涉及了真空弹道、枪炮外弹道学外，还包括了火箭外弹道学和航弹外弹道学；第6章观测与瞄准讨论了各种光学、电子、红外等原理的观瞄技术和装置；第14章弹道学与兵器试验法还专门介绍了高速摄影设备和方法。三是图表数量多。这些图表，多为研究、评价和设计兵器时所需的参考资料。

综上所述，该书可作为兵器研究、设计、生产、试验、管理和使用部门干部和技术人员的参考书和工具书；对于过去未曾系统地学过兵器技术知识而实际工作中又需了解兵器技术的读者，特别适宜；而对于兵器专业的技术人员了解相邻专业，也有帮助。

现由沈阳工业学院弹药研究所按该书最新版本(英文版)译出，由兵器工业出版社出版。译文表达准确，文笔通畅。特向兵器工业同仁和广大读者推荐，并以此为序。

沈阳工业学院教授 何莹台

1992年8月

著 译 者

章序	著者	译者
1	R. Germershausen	王雨时
2	R. Germershausen	吴玉斌
	E. Melchior	
3	E. Melchior	王雨时
	H. Reuschel	
4	H. Reuschel	李奎武
5	H. Reuschel	李奎武
	H. -J. Schiewer	
6	W. Kuppe	张德智
	E. Kokott	
	S. Harris	
7	F. Flanhardt	曹纯柱
	K. Harbrecht	
8	F. Horn	王连荣
9	S. v. Boutteville	焦志刚
10	F. Horn	曹纯柱
	D. Boder	
11	R. Romer	李奎武
12	R. Germershausen	李奎武
13	G. Backstein	张德智
	H. -D. Harnau	
14	P. Bettermann	曹纯柱
	F. Mayer	

原书主编: R. Germershausen 博士

审稿人和编辑: S. v. Boutteville 博士

E. Schaub



英 文 版 前 言

《Taschenbuch für den Artilleristen(炮兵手册)》一书首次出版于1936年。按照惯例,我们于1972年又出版了新的一版,并将书名改为《Waffentechnisches Taschenbuch(武器技术手册)》。自1972年修订改版以来已重印了5次。

为了满足海外合作伙伴众多的需求,我们决定出版英文版,并将书名取为《Handbook on Weaponry(武器系统手册)》。该英文版是根据1980年德文第5版译出的,与第1版相比,第5版的许多章节都作了修订。我们在翻译中已做了很大努力以求能够符合英语国家的语言表达习惯(特别是与技术术语有关的)。

本书的每一次修订再版都补充进了其间军事技术的新进展。

我们希望本书的英文版能够像德文版那样受到人们的喜爱和欢迎。

德国杜塞尔多夫莱茵金属公司

1982年2月



目 录

1	火炸药	1
1.1	概述	1
1.2	火炸药分类	3
1.3	火药	5
1.3.1	枪炮发射药	6
1.3.1.1	硝化棉发射药	6
1.3.1.2	无溶剂发射药	6
1.3.1.2.1	双基发射药	6
1.3.1.2.2	三基发射药	7
1.3.2	火箭推进剂	7
1.3.2.1	液体推进剂	7
1.3.2.2	固体推进剂	10
1.3.2.3	异质推进剂	11
1.3.3	热化学	12
1.3.4	火药装药的燃烧特性	13
1.3.5	火药装药的试验方法	15
1.4	炸药	18
1.4.1	军用炸药	18
1.4.2	工业炸药	21
1.4.3	起爆药	22
1.4.4	炸药的试验方法	23
1.4.5	爆轰理论	24
1.4.6	炸药在军事上的应用	26
1.4.6.1	炸药装药的压力效应	26
1.4.6.2	杀伤装药	27
1.4.6.3	成型装药	31
1.5	烟火药	36
1.5.1	发光剂	36
1.5.2	信号和遮蔽烟幕剂	37
1.5.3	发声剂	38
1.5.4	燃烧剂	38
1.5.5	其它药剂	38
参考文献		39

2	内弹道学·····	41
2.1	枪炮内弹道学·····	41
2.1.1	枪炮构造·····	41
2.1.2	射击过程·····	42
2.1.3	射击过程中的能量关系·····	43
2.1.4	气体压力和身管设计·····	45
2.1.5	内弹道计算过程·····	46
2.1.5.1	里萨尔(Résal)方程·····	47
2.1.5.2	身管中的压力分布·····	48
2.1.5.3	发射药的燃烧·····	49
2.1.5.4	身管内的压力和弹丸速度·····	51
2.1.5.5	算例·····	54
2.1.5.6	设计计算·····	58
2.1.6	枪炮后坐和炮口制退器·····	59
2.2	特殊的内弹道结构·····	60
2.2.1	高低压身管·····	60
2.2.2	无后坐炮·····	61
2.2.3	锥膛身管·····	62
2.2.4	轻气炮·····	63
2.3	火箭内弹道学·····	64
2.3.1	一般知识·····	64
2.3.2	推进类型·····	65
2.3.3	推力计算和喷管设计·····	66
2.3.4	固体推进剂火箭的燃烧室压力计算·····	68
2.3.5	多级火箭·····	69
参考文献	·····	70
3	外弹道学·····	71
3.1	真空弹道理论·····	71
3.1.1	真空弹道·····	71
3.1.2	安全抛物线·····	72
3.1.3	在斜面上的射击;提高弹道·····	72
3.1.4	弹丸落点区域·····	74
3.2	空气弹道理论·····	75
3.2.1	弹丸空气动力学·····	75
3.2.1.1	空气阻力·····	75
3.2.1.2	非轴向流动情况下的空气动力·····	77
3.2.1.3	相似定律和模拟定律·····	79
3.2.1.4	大气·····	80

3.2.2	弹道计算	81
3.2.2.1	外弹道学的基本方程	81
3.2.2.2	外弹道学基本方程的积分	82
3.2.2.2.1	阻力系数 c_w 恒定的弹道计算	82
3.2.2.2.2	按西亚切理论求解弹道	83
3.2.2.2.3	按丹顿尼奥理论求解弹道(马赫数 $M > 1.5$)	85
3.2.2.2.4	已知弹道系数和膛口速度求最大射程	86
3.2.2.3	近似解	87
3.2.2.3.1	利用射程比确定弹道参数	87
3.2.2.3.2	R·施米德特的弹道近似图解法	88
3.2.2.4	修正计算	88
3.2.3	稳定性和易控制性	91
3.2.3.1	旋转弹丸的摆动	91
3.2.3.2	摆动方程	92
3.2.3.3	莫利兹稳定性三角形	93
3.2.3.4	易控制性因子	94
3.2.3.5	弹丸空气动力系数和稳定性的试验测定	95
3.2.3.5.1	风洞测试	95
3.2.3.5.2	靶场测试	95
3.2.3.6	尾翼稳定弹丸	96
3.3	火箭外弹道学	97
3.3.1	真空火箭弹道	97
3.3.2	空气中的火箭弹道	99
3.3.2.1	横风和“俯首”效应对火箭的影响	99
3.4	航弹外弹道学	100
3.4.1	航空炸弹的真空弹道	100
3.4.2	航空炸弹的空气弹道	101
参考文献		101
4	中间弹道学	103
4.1	跳动误差	103
4.1.1	跳动误差的起因	103
4.1.2	跳角的确定	104
参考文献		104
5	概率理论的应用	105
5.1	基本概念	105
5.1.1	基本概念应用举例	105
5.2	分布函数	106

5.2.1	正态分布	106
5.2.2	二项分布	108
5.3	随机抽样及随机样本参数	109
5.4	弹道学应用	110
5.4.1	命中概率	110
5.4.2	k 次命中的毁歼概率	112
5.4.3	n 发弹的毁歼概率	113
5.4.4	弹药消耗量	114
5.5	离群弹问题	117
5.5.1	离群弹的肖佛奈(Chauvent)准则	117
5.5.2	离群弹的学生准则	118
5.5.3	离群弹的格拉夫(Graf)和亨宁(Henning)准则	118
参考文献		119
6	观测与瞄准	120
6.1	对观测与瞄准装置的一般要求	120
6.1.1	炮兵的角度测量	120
6.1.2	瞄准方法	121
6.2	观测装置	121
6.2.1	在水平面上和非水平面上的方位瞄准	122
6.2.2	耳轴倾斜及其引起的瞄准误差	123
6.2.3	水平校准	125
6.2.4	“死区”和空防极限	125
6.3	观测与瞄准装置	127
6.3.1	光学和机械的仪器设备;野战火炮和坦克炮的观瞄装置	127
6.3.1.1	光学观瞄装置	127
6.3.1.2	机械瞄准装置	127
6.3.2	野战火炮和坦克炮的火控设备	128
6.3.3	高射炮的观瞄装置和火控装置	128
6.3.3.1	高射炮的观瞄装置	128
6.3.3.2	高射炮的火控装置	130
6.3.4	现代观测与瞄准技术	132
6.3.4.1	雷达技术	132
6.3.4.2	电视技术	132
6.3.4.3	夜视技术	132
6.3.4.3.1	主动式红外技术	132
6.3.4.3.2	被动式图像增强器和低照度电视装置(LLTV)	133
6.3.4.4	热成像技术	134
6.3.4.5	激光技术	134

6.4	稳定	135
6.4.1	舰船上的稳定	135
6.4.2	坦克中的稳定	135
6.5	训练装置	136
参考文献		137
7	自动武器	138
7.1	自动武器的分类	138
7.2	自动武器的工作过程	140
7.3	自动武器及其工作过程举例	142
7.4	自动武器主要结构和操作分类	147
7.5	性能方面的考虑	150
7.6	自动武器的安装(底座);后坐和复进装置	151
7.7	伊卡鲁斯(Ikarus)电子射击速率和射击周期控制装置	152
参考文献		153
8	重型身管武器(枪炮)	154
8.1	武器身管	164
8.1.1	身管	166
8.1.1.1	单层身管	166
8.1.1.2	多层身管	166
8.1.1.3	自紧单层身管	167
8.1.1.4	炮身内管可换的身管	168
8.1.1.5	可更换身管	169
8.1.1.6	身管的制造	169
8.1.2	炮闩机构	170
8.1.2.1	固定挡板式炮闩	170
8.1.2.2	楔式炮闩和炮尾环	170
8.1.2.3	螺式炮闩	172
8.1.2.4	炮尾门机构	174
8.1.2.5	紧塞具	174
8.1.2.6	击发机构	177
8.1.2.7	抛壳装置	178
8.1.3	炮口制退器	178
8.1.4	膛内抽气装置	179
8.1.5	热护套	179
8.1.6	武器身管的设计	179
8.1.6.1	无自紧的单层身管的应力—应变分析	180
8.1.6.2	单层自紧身管的设计	182

8.1.6.3	楔式炮臼和炮尾环的设计	183
8.1.7	武器身管的使用寿命	185
8.1.7.1	磨损使用寿命	185
8.1.7.2	疲劳寿命	185
8.1.8	武器身管材料及其试验	186
8.1.8.1	材料	186
8.1.8.2	材料试验	187
8.2	炮架和支架	187
8.2.1	武器身管的支架与射击期间的支承力	187
8.2.1.1	射击期间的力及其特性	188
8.2.1.2	附加的有害力和力矩预防准则	189
8.2.1.3	摇架	189
8.2.1.4	驻退机与复进机机构	191
8.2.2	瞄准、稳定和水平调整	193
8.2.2.1	瞄准轴线、起落部分、方向转动部分与倾斜部分	193
8.2.2.2	上架与倾斜支承	194
8.2.2.3	平衡机	195
8.2.2.4	高低机与方向机	196
8.2.2.5	稳定性	198
8.2.2.6	校平	198
8.2.2.7	瞄准与射程极限	198
8.2.3	火炮的下部与可动性布置	199
8.2.3.1	轮架	200
8.2.3.2	自行炮架和坦克	201
8.2.3.3	固定炮架	202
8.2.4	专用炮架	202
8.2.5	装甲与化学、生物、放射性防护	203
8.2.5.1	车辆和炮架上的防护装甲	203
8.2.5.2	对化学、生物和放射性制剂的防护	204
8.3	装填机构	204
8.3.1	全自动装填机构	204
8.3.2	自动装填机构	207
8.3.3	半自动装填机构	207
参考文献		207
9	枪炮射击动力学	208
9.1	枪炮射击动力学的定义	208
9.2	符号说明	208
9.3	动力学的一些基本定律	210

9.4	弹丸发射的基本过程	211
9.5	射击时作用于身管上的载荷	212
9.5.1	作用在发射尾翼稳定弹丸的滑膛身管上的力	213
9.5.2	作用在发射旋转稳定弹丸的线膛身管上的力	213
9.6	射击时作用在炮(枪)架上的载荷	215
9.6.1	武器身管的安装类型	215
9.6.2	自由后坐的运动关系式	217
9.6.3	初始自由后坐所需的制动力	220
9.6.4	初始制动对后坐的影响	222
9.6.5	弹簧型安装身管时的炮架载荷	225
9.6.6	武器身管的刚性安装	228
9.7	炮口制退器的作用	230
9.7.1	作用的基本原理	230
9.7.2	冲量的大小	231
9.7.3	特性值	232
9.7.4	各特性值之间的联系	233
9.7.5	特性值的测定	235
9.7.6	炮口制退器上的载荷	236
9.8	有炮口制退器时所需的制动力	237
9.9	后坐身管上的作用力	239
9.9.1	发射时作用在后坐部件上的力	239
9.9.2	作用在武器身管一支架系统上的力	241
9.9.3	作用在整个火炮上的力	242
9.10	火炮射击时的稳定性	242
9.10.1	轮式火炮的稳定性	242
9.10.2	自行火炮炮架和主战坦克的稳定性	244
9.11	后坐机构的设计计算	245
9.11.1	用力—位移图来描述制动力	245
9.11.2	液压制动力	246
9.11.3	复进机作用力	248
9.12	普通后坐机构的基本设计	249
9.13	液压后坐制动装置的某些特殊问题	251
9.13.1	真空的形成	251
9.13.2	加热的影响	251
9.13.3	后坐制动压力室内空气泡的工作情况	253
参考文献		253
10	枪炮与炮塔(机枪转塔)试验台	255
10.1	枪炮动态试验台	254

10.1.1	固定式组件试验台	255
10.1.2	机动式枪炮试验台	255
10.2	海军枪炮和射击控制系统的颠簸试验台	255
10.3	主战坦克炮塔的固定式运动台座	256
10.4	后坐测量台	257
10.5	武器系统试验台	258
11	弹药	259
11.1	弹药设计	259
11.2	弹丸	259
11.2.1	轻武器弹丸	260
11.2.2	榴弹	260
11.2.3	反装甲弹丸	262
11.2.3.1	全膛动能弹丸	262
11.2.3.2	次口径动能弹丸(脱壳弹丸)	263
11.2.3.3	成型装药弹丸	264
11.2.3.3.1	尾翼稳定成型装药弹丸	264
11.2.3.3.2	旋转稳定成型装药弹丸	266
11.2.3.4	碎甲弹丸	267
11.2.3.5	锥膛身管用凸缘弹丸	268
11.2.4	箭形弹丸	268
11.2.4.1	勒赫林格箭形弹丸	268
11.2.4.2	佩讷明德箭形弹丸	269
11.2.4.3	莱茵金属公司的远程弹丸	271
11.2.5	超口径弹丸	271
11.2.6	火箭增程弹丸	272
11.2.7	运载弹丸	272
11.2.8	特种弹	273
11.3	药筒(弹壳)	274
11.3.1	药筒的制造	275
11.4	弹药的类型	277
11.4.1	轻武器弹药	277
11.4.2	机关炮弹药	278
11.4.3	反装甲弹药	281
11.4.3.1	穿甲弹的侵彻性能	284
11.4.4	炮兵弹药	284
11.4.4.1	加农炮和榴弹炮用弹药	285
11.4.5	迫击炮弹药	287
11.4.6	用于训练和控制用途的弹药	288

11.4.6.1	训练弹药	288
11.4.6.2	空包弹药	288
11.4.6.3	教练弹药	289
11.4.6.4	验证弹药	290
11.4.7	手榴弹及空投弹药	290
11.5	发射过程中作用在弹丸上的应力	290
11.5.1	旋转和弹带	290
11.5.1.1	膛线力	292
11.5.1.2	弹带的表面压力及摩擦功	294
11.5.1.3	弹丸转速	295
11.5.2	发射过程中弹体上的应力	295
12	火箭	299
12.1	火箭的构造	299
12.2	无控火箭	301
12.3	有控火箭	302
12.4	战斗部	305
12.5	火箭发射装置	305
12.6	已知火箭武器的性能数据	306
参考文献		306
13	引信与底火、点火具	310
13.1	安全性要求和战术要求	310
13.2	引信	310
13.2.1	引信分类	311
13.2.2	引信零部件	312
13.2.2.1	能源和贮能器	313
13.2.2.2	引信安全系统	314
13.2.2.3	开关元件	317
13.2.2.4	起爆元件	319
13.2.3	结构设计举例	320
13.3	底火与点火具	323
14	弹道学与兵器试验法	325
14.1	时间的测量、记录和估计	325
14.1.1	测时仪	325
14.1.2	记录仪器	326
14.1.3	瞬态现象成像仪	327
14.2	内弹道学测量	327

14.2.1	最大气体压力的测量	327
14.2.2	气体压力曲线的测量	328
14.3	外弹道学测量	329
14.3.1	弹丸速度的测量	329
14.3.2	弹道的确定	330
14.4	中间弹道学测量	334
14.4.1	身管弯曲振动和身管偏移的测量	334
14.4.2	声压的测量	335
14.5	终点弹道学测量	336
14.5.1	散布特性的测定	336
14.5.2	侵彻效能的测量	337
14.5.3	杀伤效应的测量	337
14.6	武器试验测量	338
14.6.1	射击速率的测量	338
14.6.2	身管温度的测量	338
14.6.3	运动现象的测量	338
14.6.4	材料应力的测量	341
14.6.5	后坐力的测量	341
14.7	高速摄影	342
14.7.1	低速运动(成帧)摄影机	342
14.7.2	补偿(条纹)摄影机	343
14.7.3	火花闪光设备	345
14.7.4	高速 X 射线设备	346
参考文献		346